

ANALISIS PERBANDINGAN METODE FUZZY TSUKAMOTO DAN METODE FUZZY MAMDANI PADA PERBANDINGAN HARGA SEPEDA MOTOR BEKAS

Istraniady (istraniady@mhs.mdp.ac.id), **Priko Andrian** (prikoandrian@yahoo.com)

Mardiani (mardiani@stmik-mdp.net)

Program Studi Teknik Informatika

STMIK GI MDP

Abstrak : Pada dasarnya dalam memperkirakan harga sepeda motor bekas belum digunakan suatu metode tertentu, khususnya metode logika *fuzzy*. Logika *fuzzy* memiliki lebih dari satu metode dalam perhitungan perkiraan hasil suatu kasus tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi dengan cara membandingkan metode *fuzzy* Tsukamoto dengan metode *fuzzy* Mamdani dalam kasus memperkirakan harga sepeda motor bekas dan menentukan metode manakah yang lebih baik. Metode penelitian menggunakan metode komparasi atau perbandingan, dalam membandingkan perhitungannya menggunakan nilai rata-rata dari hasil yang diperoleh pada kedua metode *fuzzy* tersebut. Hasil dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa perkiraan harga sepeda motor bekas menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto lebih mahal dibandingkan dengan hasil perkiraan harga sepeda motor bekas menggunakan metode *fuzzy* Mamdani. Penelitian ini sangat cocok untuk dipelajari bagi pengembang aplikasi yang ingin membuat aplikasi perkiraan harga sepeda motor bekas menggunakan logika *fuzzy* baik berbasis *desktop*, *web* maupun *mobile*.

Kata kunci : Penelitian Komparasi, Metode *Fuzzy* Tsukamoto, Metode *Fuzzy* Mamdani, Sepeda Motor Bekas

Abstract : Basically in the estimates the prices of the used motorcycle have not used a particular method, especially the method of fuzzy logic. Fuzzy logic has more than one method in the calculation of the estimated outcome of a particular case. This study aims to provide a solution by comparing the Tsukamoto fuzzy method with the Mamdani fuzzy method in the case of estimate the price of used motorcycle and determine which method is better. Research methods using method comparison, in comparing calculations using the average value of the results obtained in both the fuzzy method. The results of this study can be concluded that the forecast prices of used motorcycles using Tsukamoto fuzzy method is more expensive compared to the results of the prices estimation of used motorcycle by using Mamdani fuzzy method. This study is very suitable to be studied for application developers who want to create applications used motorcycle price estimates using both fuzzy logic-based desktop, web and mobile.

Key words : Comparative research, Tsukamoto Fuzzy method, Mamdani Fuzzy Methods, Used Motorcycles

1 PENDAHULUAN

Jual beli sepeda motor merupakan suatu kegiatan transaksi yang mungkin sering ditemukan pada kehidupan sehari-hari. Bahkan kegiatan transaksi tersebut bisa ditemukan saat membaca surat kabar dan melihat iklan jual beli sepeda motor di *internet* dengan harga yang sangat bervariasi

baik dalam kondisi baru maupun kondisi bekas. Untuk menentukan harga beli sepeda motor bekas setidaknya ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Beberapa diantaranya adalah nama sepeda motor, tahun pembuatan atau perakitan yang tertera dalam BPKB dan STNK, jarak tempuh sepeda motor bekas, kondisi sepeda motor bekas dan kisaran harga jual sepeda motor bekas tersebut.

Salah satu cara yang bisa digunakan dalam memperkirakan harga sepeda motor bekas adalah penerapan logika *fuzzy*, karena terdapat beberapa data yang bisa digunakan dalam melakukan perhitungan guna mendapatkan perkiraan harga sepeda motor bekas. Di dalam perhitungan logika *fuzzy* terdapat beberapa metode, dan setiap metode memiliki cara dan hasil perhitungan yang berbeda. Metode *fuzzy* Tsukamoto dan metode *fuzzy* Mamdani dalam perhitungannya memiliki cara yang berbeda pada mesin inferensi dan *defuzzifikasi*.

Masalah yang timbul adalah bagaimana cara membandingkan penerapan metode *fuzzy* Tsukamoto dengan metode *fuzzy* Mamdani dalam memperkirakan harga sepeda motor bekas yang sesuai berdasarkan nama sepeda motor, tahun pembuatan atau perakitan yang tertera dalam BPKB dan STNK, kisaran jarak tempuh, kondisi sepeda motor bekas dan kisaran harga jual sepeda motor bekas tersebut. Pada kesempatan penelitian ini, akan dibandingkan penerapan metode *fuzzy* Tsukamoto dengan metode *fuzzy* Mamdani dalam memperkirakan harga sepeda motor bekas. Untuk menerapkan dan membandingkan kedua metode tersebut, penyusunan perhitungan sistematis akan mendapatkan *output* sebagai bahan perbandingan antara kedua metode tersebut dalam kasus perkiraan harga sepeda motor bekas.

Berdasarkan uraian diatas, disusun skripsi dengan judul **“Analisis Perbandingan Metode Fuzzy Tsukamoto dan Metode Fuzzy Mamdani pada Perbandingan Harga Sepeda Motor Bekas”**.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Logika Fuzzy

“Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang *input* ke dalam suatu ruang *output*” (Kusumadewi & Purnomo 2004, h.1).

2.2 Penelitian Komparasi

“Kata ‘komparasi’ dalam bahasa inggris *comparison*, yaitu perbandingan. Makna dari

kata tersebut menunjukkan bahwa penelitian ini peneliti bermaksud mengadakan perbandingan kondisi yang ada dan apakah kedua kondisi tersebut sama atau ada perbedaan” (Arikunto 2010, h.6).

2.3 Cara Kerja Logika Fuzzy

Metode Tsukamoto dan metode Mamdani memiliki algoritma yang hampir sama dalam melakukan *fuzzyfikasi* dan aturan yang digunakan dalam bentuk *IF...THEN*. Berikut penjelasannya.

1. Fuzzyfikasi

“Proses untuk mengubah input sistem yang mempunyai nilai tegas menjadi variabel linguistik menggunakan fungsi keanggotaan yang disimpan dalam basis pengetahuan *fuzzy*” (Sutojo *et al.* 2011, h. 232).

2. Pembentukan basis pengetahuan Fuzzy (Rule dalam bentuk *IF...THEN*).

IF (X IS A) and (Y IS B) Then (Z IS C)

Dimana A, B, dan C adalah himpunan *fuzzy*.

Walaupun terdapat langkah penyelesaian yang hampir sama, terdapat perbedaan dalam proses mesin inferensi dalam evaluasi aturan dan proses *defuzzyfikasi* pada kedua metode tersebut. Perbedaan antara metode *fuzzy* Tsukamoto dan metode *fuzzy* Mamdani antara lain:

a. Metode Fuzzy Tsukamoto

1. Saat proses evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode *fuzzy* Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi *MIN* untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap *rule* ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Masing-masing nilai α -predikat digunakan untuk menghitung hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing *rule* ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$).
2. Proses *defuzzyfikasi* pada metode Tsukamoto menggunakan metode rata-rata (*Average*) dengan rumus berikut:

$$z = \frac{\sum \alpha_i \cdot z_i}{\sum \alpha_i}$$

b. Metode Fuzzy Mamdani

1. Saat melakukan evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode Mamdani menggunakan fungsi MIN dan komposisi antar-rule menggunakan fungsi MAX untuk menghasilkan himpunan fuzzy baru.
2. Proses defuzzifikasi pada metode Mamdani menggunakan metode Centroid dengan rumus berikut:

$$z = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz}$$

3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Penyusunan perhitungan sistematis menggunakan metode fuzzy Tsukamoto dan metode fuzzy Mamdani dalam kasus perkiraan harga sepeda motor bekas dilakukan melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

3.1.1 Studi Literatur

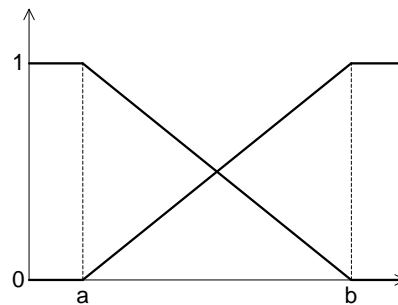
Pada tahap ini, dikumpulkan bahan, informasi, keterangan dan teori dalam buku, dan konsultasi dengan para ahli atau narasumber serta rujukan dari artikel yang berhubungan dengan sepeda motor bekas, metode fuzzy Tsukamoto dan metode fuzzy Mamdani serta referensi lain yang dapat digunakan untuk menyelesaikan laporan skripsi.

3.1.2 Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, ditentukan kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam menyusun perhitungan sistematis pada metode fuzzy Tsukamoto dan metode fuzzy Mamdani, terutama menyusun himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan dalam fuzzyfikasi, mengetahui atribut linguistik dan numeris yang digunakan dalam fungsi keanggotaan fuzzy, serta aturan-aturan yang digunakan untuk mesin inferensi.

Himpunan fuzzy dan fungsi keanggotaan untuk fuzzyfikasi dalam kasus perkiraan harga sepeda motor bekas dibuat dengan menggabungkan antara representasi

linear naik dan representasi linear turun sehingga menjadi himpunan fuzzy berikut:



Gambar 3.1 Himpunan Fuzzy yang Digunakan dalam Fuzzyfikasi untuk Kasus Perkiraan Harga Sepeda Motor Bekas

Himpunan fuzzy tersebut dapat digunakan untuk atribut linguistik yang digunakan dalam fuzzyfikasi. Sebelum mendapatkan atribut tersebut, dicari suatu permasalahan seputar perkiraan harga sepeda motor bekas.

3.1.3 Menentukan Variabel

Ditentukan bahwa atribut linguistik logika fuzzy untuk perkiraan harga sepeda motor bekas adalah kisaran kondisi, kisaran jarak yang telah ditempuh dan kisaran harga sepeda motor bekas. Maka yang menjadi objek penelitian adalah kisaran kondisi, kisaran jarak yang telah ditempuh dan kisaran harga sepeda motor bekas.

3.1.4 Menentukan Sampel

Wawancara dilakukan terhadap narasumber yang berprofesi dibidang jual-beli sepeda motor bekas di Palembang, sepeda motor bekas yang akan diambil sampelnya merupakan sepeda motor yang dimiliki setiap narasumber dan dibatasi dari sepeda motor keluaran tahun 2010 hingga tahun 2013. Sepeda motor yang akan dijadikan sampel dibatasi dari merek Yamaha, Honda & Suzuki.

3.1.5 Mengumpulkan Data

Pada tahap ini, dikumpulkan data dan informasi yang dibutuhkan yang berkaitan dengan variabel, pengumpulan data dilakukan

dengan menggunakan metode wawancara dan observasi. Wawancara dilakukan untuk dimintai data mengenai kisaran kondisi, kisaran jarak tempuh serta kisaran harga sepeda motor bekas.

Dalam penyusunan lembar wawancara, ditentukan pedoman wawancara yang digunakan. Untuk menentukan nilai dari variabel numeris untuk kondisi sepeda motor bekas dan kisarannya, pedoman wawancara disusun terstruktur, yaitu pedoman wawancara yang dibuat terperinci dan membentuk pilihan ganda sehingga cukup ditandai pilihan jawaban yang sesuai dengan jawaban narasumber, sedangkan untuk menentukan nilai dari variabel numeris untuk kisaran jarak tempuh untuk kategori jarang pakai dan rutin pakai, serta untuk kisaran harga sepeda motor bekas untuk kategori murah dan mahal, disiapkan pertanyaan *essai* yang akan dijawab oleh narasumber sesuai dengan isi pertanyaan dan berdasarkan pengalaman dari narasumber.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Uji Coba

Pada tahap ini, didapatkan hasil wawancara dari beberapa tempat di Palembang. Wawancara meliputi pertanyaan untuk mendapatkan variabel numeris dimana dalam kasus perkiraan sepeda motor bekas, atribut linguistiknya terdiri dari kondisi yaitu baik dan sedang, jarak tempuh yaitu jarang pakai dan rutin pakai, harga bekas yaitu murah dan mahal. Dari beberapa tempat, hanya 6 narasumber yang bisa memberikan informasi mengenai atribut linguistik tersebut. Berikut tabel hasil wawancara penulis:

Tabel 4.1 Hasil Wawancara Variabel Numeris untuk Kisaran Kondisi dan Jarak Tempuh

Var. Linguistik Narasumber	Kondisi (%)		Jarak Tempuh (Km/Tahun)	
	Sedang	Baik	Jarang Pakai	Rutin Pakai
Deddy Yong (Central Motor)	70	95	2.500	11.000

Hilman (Kumia Motor)	70	90	2.000	10.000
Mat Dahlan	70	90	2.200	11.000
Sofian (Yayan Motor)	70	90	2.000	10.000
Sonny (Sumber Jaya Motor)	70	95	2.000	12.000
Sugiarti (Buana Motor)	70	90	2.500	10.000

Untuk data mengenai harga sepeda motor bekas, dikumpulkan sampel sepeda motor bekas sebanyak 15 contoh sampel dari 6 narasumber dengan diketahui harga bekas murah dan mahal dari setiap sampel tersebut.

Setelah didapat hasil wawancara dari beberapa narasumber pada Tabel 4.1 serta dari 15 sampel sepeda motor bekas, selanjutnya diambil kesimpulan dari wawancara tersebut.

Untuk menentukan nilai variabel numeris pada kondisi baik dan kondisi sedang, dipakailah rumus median yaitu mencari nilai tengah dengan nilai yang didapat antara lain:

Kondisi Sedang = 70%

Kondisi Baik = 90%

Untuk menentukan nilai variabel numeris pada jarak tempuh yaitu jarang pakai dan rutin pakai, digunakan rumus nilai rata-rata untuk mendapatkan ukuran pemusatan data dengan nilai yang didapat antara lain:

$$\text{Jarak tempuh jarang pakai} = \frac{2.200 \text{ km}}{365 \text{ hari}}$$

$$\text{Jarak tempuh rutin pakai} = \frac{10666,666666666667 \text{ km}}{365 \text{ hari}}$$

Nilai variabel numeris pada harga bekas yaitu murah dan mahal juga didapat dengan menggunakan rumus nilai rata-rata untuk mendapatkan ukuran pemusatan data dan disusun pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Daftar Kisaran Harga Sepeda Motor Bekas

Sepeda Motor	Harga Murah (Rp)	Harga Mahal (Rp)
Honda Absolute Revo SW Tahun	6.000.000	7.250.000

2010		
Honda Beat Tahun 2010	6.500.000	8.250.000
Honda Blade Tahun 2010	6.000.000	10.000.000
Suzuki Satria F 150 Tahun 2010	8.750.000	11.000.000
Suzuki Thunder 125 Tahun 2010	7.000.000	8.000.000
Yamaha Vixion Tahun 2010	14.166.667	15.833.333
Yamaha Vega ZR Tahun 2010	6.000.000	7.750.000
Yamaha New Jupiter Z Tahun 2010	8.000.000	9.000.000
Honda New Blade Tahun 2011	8.666.667	10.500.000
Honda Supra X 125R Tahun 2011	9.750.000	11.000.000
Yamaha Byson Tahun 2011	13.000.000	16.000.000
Yamaha Vega ZR Tahun 2011	7.000.000	8.000.000
Yamaha New Jupiter Z Tahun 2012	8.333.333	11.000.000
Yamaha Vega ZR Tahun 2012	8.500.000	9.000.000
Yamaha Vixion Tahun 2012	16.000.000	18.000.000

4.2 Spesifikasi Sistem Uji Coba

Pada tahap ini, digunakan alat bantu untuk perhitungan sistematis metode *fuzzy* Tsukamoto dan metode *fuzzy* Mamdani serta melakukan analisis hasil uji coba untuk mendapat suatu perbandingan.

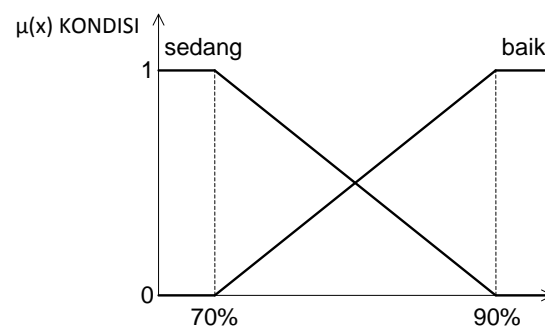
Alat bantu yang digunakan untuk perhitungan sistematis metode *fuzzy* Tsukamoto dan metode *fuzzy* Mamdani yaitu dengan menggunakan program aplikasi yang dibuat khusus untuk perhitungan sistematis kedua metode dengan menggunakan bahasa pemrograman *VB.net* dan program tersebut dinamakan “Logika Fuzzy Perkiraan Harga Sepeda Motor Bekas”.

Data-data yang berkaitan dengan sepeda motor seperti tahun sepeda motor, nama sepeda motor, harga bekas murah dan harga bekas mahal disimpan dalam *database* dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Access*.

4.3 Skenario Uji Coba

4.3.1 Menentukan Himpunan *Fuzzy* dan Fungsi Keanggotaan

Untuk atribut kondisi, dibagi menjadi 2 kategori yaitu kondisi sedang dengan nilai numeris sebesar 70% dan kondisi baik dengan nilai numeris sebesar 90%. Berikut pemaparan terkait *fuzzyfikasi* untuk atribut kondisi.



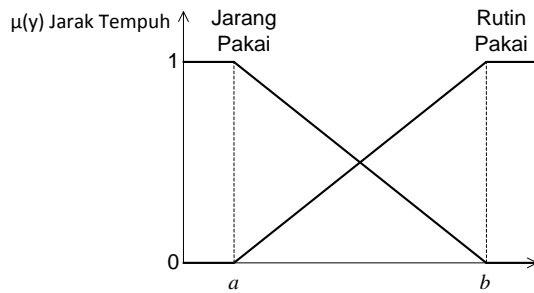
Gambar 4.1 Himpunan *Fuzzy* dan Fungsi Keanggotaan Kondisi

Fungsi keanggotaan:

$$\mu(x) \text{ kondisi sedang} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 70 \\ \frac{90-x}{90-70} & ; 70 < x < 90 \\ 0 & ; x \geq 90 \end{cases}$$

$$\mu(x) \text{ kondisi baik} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 70 \\ \frac{x-70}{90-70} & ; 70 < x < 90 \\ 1 & ; x \geq 90 \end{cases}$$

Untuk atribut jarak tempuh, dibagi menjadi 2 kategori yaitu jarak tempuh jarang pakai dan jarak tempuh rutin pakai. Jarak tempuh dikalkulasikan dengan usia kendaraan tersebut dalam satuan hari. Berikut pemaparan terkait *fuzzyfikasi* untuk atribut jarak tempuh secara umum.



Gambar 4.2 Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan Jarak Tempuh

$$a = \frac{2.200 \text{ km}}{365 \text{ hari}} \times \text{usia kendaraan dalam satuan hari}$$

$$b = \frac{10666,666666666667 \text{ km}}{365 \text{ hari}} \times \text{usia kendaraan dalam satuan hari}$$

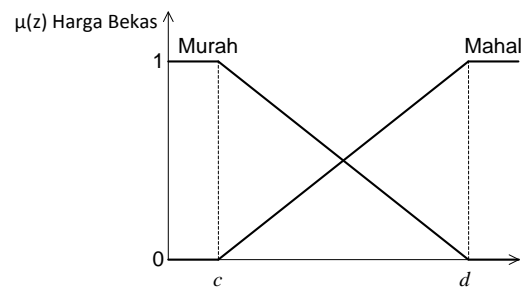
Fungsi keanggotaan:

$$\mu(y) \text{ jarang pakai} = \begin{cases} 1 & ; y \leq a \\ \frac{b-y}{b-a} & ; a < y < b \\ 0 & ; y \geq b \end{cases}$$

$$\mu(y) \text{ rutin pakai} = \begin{cases} 0 & ; y \leq a \\ \frac{y-a}{b-a} & ; a < y < b \\ 1 & ; y \geq b \end{cases}$$

Pada hasil perhitungan untuk mencari nilai a dan b , maka hasilnya dibulatkan menjadi satu angka di belakang koma dengan alasan indikator jarak tempuh pada sepeda motor biasanya bernilai desimal dengan satu angka di belakang koma. Pada saat perhitungan, maka cukup diketahui berapa jarak tempuh yang tertera pada sepeda motor tersebut dan berapa usia sepeda motor bekas tersebut dalam satuan hari berdasarkan tanggal beli sepeda motor serta kalkulasikan pada saat *fuzzyfikasi*.

Untuk atribut harga bekas, dibagi menjadi 2 kategori yaitu harga bekas murah dan harga bekas mahal. Setiap sepeda motor memiliki harga bekas murah dan harga bekas mahal yang berbeda-beda sehingga pada saat melakukan *fuzzyfikasi*, maka setiap sepeda motor memiliki caranya yang berbeda-beda. Berikut pemaparan terkait *fuzzyfikasi* untuk atribut harga bekas.



Gambar 4.3 Himpunan Fuzzy dan Fungsi Keanggotaan untuk Harga Bekas Sepeda Motor

c = Harga bekas murah sepeda motor
 d = Harga bekas mahal sepeda motor

Fungsi keanggotaan:

$\mu(z)$ harga bekas murah

$$\begin{cases} 1 & ; z \leq c \\ \frac{d-z}{d-c} & ; c < z < d \\ 0 & ; z \geq d \end{cases}$$

$\mu(y)$ harga bekas mahal

$$\begin{cases} 0 & ; z \leq c \\ \frac{z-c}{d-c} & ; c < z < d \\ 1 & ; z \geq d \end{cases}$$

Pada saat perhitungan, cukup ditentukan harga bekas murah dan harga bekas mahal dari setiap sepeda motor berdasarkan perhitungan rata-rata hitung yang telah dipaparkan dalam penjelasannya tentang data uji coba di bagian variabel numeris harga bekas.

4.3.2 Menentukan Aturan-aturan yang Digunakan

Dalam melakukan perhitungan sistematis terhadap kedua metode *fuzzy*, ditentukan aturan-aturan yang digunakan dalam algoritma logika *fuzzy* dengan aturan sebagai berikut:

- [R1] Jika kondisi baik dan kendaraan jarang pakai, maka harga bekas mahal.
- [R2] Jika kondisi baik dan kendaraan rutin pakai, maka harga bekas mahal.

- [R3] Jika kondisi sedang dan kendaraan jarang pakai, maka harga bekas mahal.
 [R4] Jika kondisi sedang dan kendaraan rutin pakai, maka harga bekas murah.

4.3.3 Skenario Uji Coba Perhitungan Sistematis Kedua Metode

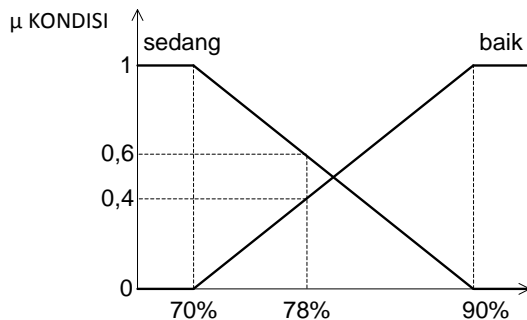
Dipilihlah sebuah kasus berupa sepeda motor Yamaha Vega ZR tahun 2010 yang ingin diperkirakan harga bekasnya dengan kisaran yang telah ditentukan sebelumnya yaitu harga bekas murah sebesar Rp 6.000.000,00 dan harga bekas mahal sebesar Rp 7.750.000,00. Sepeda motor tersebut dibeli pada tanggal 13 januari 2010 dan perhitungan berlangsung pada tanggal 6 juni 2013. Kondisi sepeda motor tersebut 78% dan jarak yang telah ditempuh sepeda motor tersebut adalah 33.361,06 km. Berikut susunan perhitungan sistematis dari kedua metode tersebut.

Fuzzyfikasi

Kondisi = 78%

$$\mu(x) \text{ kondisi sedang} = \frac{90-78}{90-70} = \frac{12}{20} = 0,6$$

$$\mu(x) \text{ kondisi baik} = \frac{78-70}{90-70} = \frac{8}{20} = 0,4$$



Gambar 4.4 Himpunan Fuzzy dan Derajat Keanggotaan Kondisi Sepeda Motor

Usia kendaraan = |selisih antara tanggal 13 januari 2010 hingga tanggal 6 juni 2013|
 = 1.240 hari

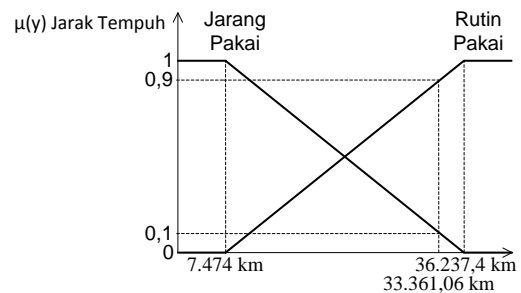
$$\begin{aligned} \text{Jarak tempuh jarang pakai} &= \frac{2.200 \text{ km}}{365 \text{ hari}} \times 1.240 \text{ hari} \\ &= 7.473,9726 \text{ km} \\ &\approx 7.474 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tempuh rutin pakai} &= \frac{10666,66666667 \text{ km}}{365 \text{ hari}} \\ &\times 1240 \text{ hari} \\ &= 36.237,4429 \text{ km} \\ &\approx 36.237,4 \text{ km} \end{aligned}$$

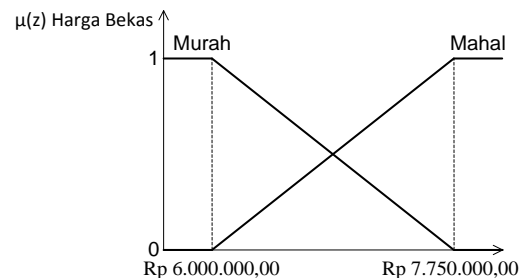
$$\text{Jarak tempuh sepeda motor} = 33.361,06 \text{ km}$$

$$\mu(y) \text{ jarang pakai} = \frac{36.237,4 \text{ km} - 33.361,06 \text{ km}}{36.237,4 \text{ km} - 7.474 \text{ km}} = 0,1$$

$$\mu(y) \text{ rutin pakai} = \frac{33.361,06 \text{ km} - 7.474 \text{ km}}{36.237,4 \text{ km} - 7.474 \text{ km}} = 0,9$$



Gambar 4.5 Himpunan Fuzzy dan Derajat Keanggotaan Jarak Tempuh Sepeda Motor



Gambar 4.6 Himpunan Fuzzy dan Derajat Keanggotaan Harga Bekas Sepeda Motor

$\mu(z)$ harga bekas murah

$$\mu(z) \text{ harga bekas murah} = \begin{cases} 1 & ; z \leq \text{Rp } 6.000.000,00 \\ \frac{\text{Rp } 7.750.000,00 - z}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} & ; \text{Rp } 6.000.000,00 < z < \text{Rp } 7.750.000,00 \\ 0 & ; z \geq \text{Rp } 7.750.000,00 \end{cases}$$

$\mu(y)$ harga bekas mahal

$$\mu(y) \text{ harga bekas mahal} = \begin{cases} 0 & ; z \leq \text{Rp } 6.000.000,00 \\ \frac{z - \text{Rp } 6.000.000,00}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} & ; \text{Rp } 6.000.000,00 < z < \text{Rp } 7.750.000,00 \\ 1 & ; z \geq \text{Rp } 7.750.000,00 \end{cases}$$

Rule/Aturan

[R1] Jika kondisi baik dan kendaraan jarang pakai, maka harga bekas mahal.

[R2] Jika kondisi baik dan kendaraan rutin pakai, maka harga bekas mahal.

- [R3] Jika kondisi sedang dan kendaraan jarang pakai, maka harga bekas mahal.
[R4] Jika kondisi sedang dan kendaraan rutin pakai, maka harga bekas murah.

a. Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto

Mesin Inferensi:

$$\begin{aligned} [R1] \alpha\text{-predikat}_1 &= \mu(x) \text{ kondisi baik} \cap \mu(y) \text{ jarang pakai} \\ &= \min(0,4; 0,1) = 0,1 \\ \frac{z_1 - \text{Rp } 6.000.000,00}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} &= 0,1 \\ Z_1 &= \text{Rp } 6.175.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R2] \alpha\text{-predikat}_2 &= \mu(x) \text{ kondisi baik} \cap \mu(y) \text{ rutin pakai} \\ &= \min(0,4; 0,9) = 0,4 \\ \frac{z_2 - \text{Rp } 6.000.000,00}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} &= 0,4 \\ Z_2 &= \text{Rp } 6.700.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R3] \alpha\text{-predikat}_3 &= \mu(x) \text{ kondisi sedang} \cap \mu(y) \text{ jarang pakai} \\ &= \min(0,6; 0,1) = 0,1 \\ \frac{z_3 - \text{Rp } 6.000.000,00}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} &= 0,1 \\ Z_3 &= \text{Rp } 6.175.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [R4] \alpha\text{-predikat}_4 &= \mu(x) \text{ kondisi sedang} \cap \mu(y) \text{ rutin pakai} \\ &= \min(0,6; 0,9) = 0,6 \\ \frac{\text{Rp } 7.750.000,00 - Z_4}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} &= 0,6 \\ Z_4 &= \text{Rp } 6.700.000,00 \end{aligned}$$

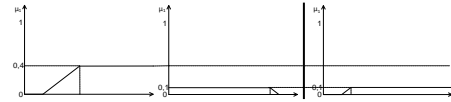
Defuzzyfikasi:

$$\begin{aligned} Z^* &= \frac{\sum_{i=1}^4 \alpha\text{-predikat}_i Z_i}{\sum_{i=1}^4 \alpha\text{-predikat}_i} \\ Z^* &= \frac{(0,1 \times \text{Rp } 6.175.000,00) + (0,4 \times \text{Rp } 6.700.000,00) + (0,1 \times \text{Rp } 6.175.000,00) + (0,6 \times \text{Rp } 6.700.000,00)}{0,1 + 0,4 + 0,1 + 0,6} \\ Z^* &= \text{Rp } 6.612.500,00 \end{aligned}$$

b. Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani

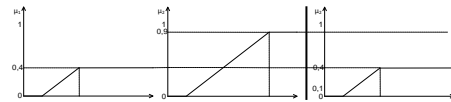
Mesin Inferensi:

$$\begin{aligned} [R1] \alpha\text{-predikat}_1 &= \mu(x) \text{ kondisi baik} \cap \mu(y) \text{ jarang pakai} \\ &= \min(0,4; 0,1) = 0,1 \end{aligned}$$



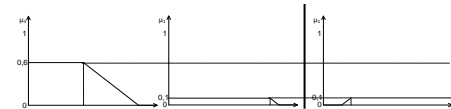
Gambar 4.7 Ilustrasi α -predikat₁

$$\begin{aligned} [R2] \alpha\text{-predikat}_2 &= \mu(x) \text{ kondisi baik} \cap \mu(y) \text{ rutin pakai} \\ &= \min(0,4; 0,9) = 0,4 \end{aligned}$$



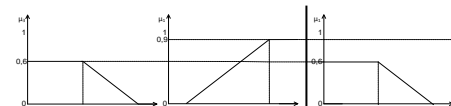
Gambar 4.8 Ilustrasi α -predikat₂

$$[R3] \alpha\text{-predikat}_3 = \mu(x) \text{ kondisi sedang} \cap \mu(y) \text{ jarang pakai}$$



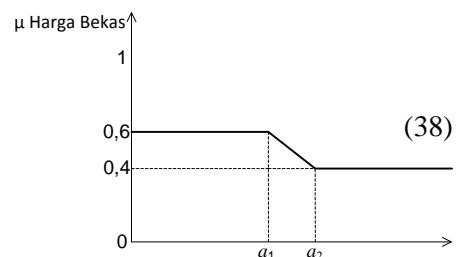
Gambar 4.9 Ilustrasi α -predikat₃

$$[R4] \alpha\text{-predikat}_4 = \mu(x) \text{ kondisi sedang} \cap \mu(y) \text{ rutin pakai}$$



Gambar 4.10 Ilustrasi α -predikat₄

Tercipta himpunan fuzzy baru:



Gambar 4.11 Himpunan Fuzzy Baru

$$\begin{aligned} \frac{\text{Rp } 7.750.000,00 - a_1}{\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00} &= 0,6 \\ a_1 &= -1 \times (0,6 \times (\text{Rp } 7.750.000,00 - \text{Rp } 6.000.000,00) - \text{Rp } 7.750.000,00) \\ &= \text{Rp } 6.700.000,00 \end{aligned}$$

$$\frac{Rp\ 7.750.000,00 - a_2}{Rp\ 7.750.000,00 - Rp\ 6.000.000,00} = 0,4$$

$$a_2 = -1 \times (0,4 \times (Rp\ 7.750.000,00 - Rp\ 6.000.000,00) - Rp\ 7.750.000,00) = Rp\ 7.050.000,00$$

$$\mu(z) \text{ Harga Bekas} = \begin{cases} 0,6 & z \leq Rp\ 6.700.000,00 \\ \frac{Rp\ 7.750.000,00 - z}{Rp\ 7.750.000,00 - Rp\ 6.000.000,00} & Rp\ 6.700.000,00 < z < Rp\ 7.050.000,00 \\ 0,4 & z \geq Rp\ 7.050.000,00 \end{cases}$$

Defuzzyfikasi:

$$Z^* = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz}$$

$$Z^* = \frac{\int_0^{6.700.000} 0,6 \, z \, dz + \int_{6.700.000}^{7.050.000} \left(\frac{7.750.000 - z}{7.750.000 - 6.000.000} \right) z \, dz + \int_{7.050.000}^{7.750.000} 0,4 \, z \, dz}{\int_0^{6.700.000} 0,6 \, dz + \int_{6.700.000}^{7.050.000} \left(\frac{7.750.000 - z}{7.750.000 - 6.000.000} \right) dz + \int_{7.050.000}^{7.750.000} 0,4 \, dz}$$

$$Z^* = \frac{0,3(z^2)|_0^{6.700.000} + \frac{-(z^3) - 11.625.000(z^2)}{5.250.000} \Big|_{6.700.000}^{7.050.000} + 0,2(z^2)|_{7.050.000}^{7.750.000}}{0,6(z)|_0^{6.700.000} + \frac{7.750.000(z) - \frac{z^2}{2}}{1.750.000} \Big|_{6.700.000}^{7.050.000} + 0,4(z)|_{7.050.000}^{7.750.000}}$$

$$Z^* = \frac{13.467.000.000,00 + 1.201.083.333,333 + 2.072.000.000,00}{4.020.000 + 175.000 + 280.000}$$

$$Z^* = \frac{16.740.083.333,333}{4.475.000}$$

$$Z^* = 3.740.800,74487896$$

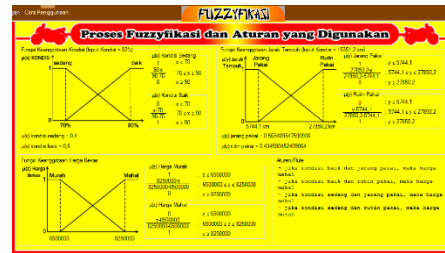
$$Z^* \approx Rp\ 3.740.801,00$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode *fuzzy* Tsukamoto memperkirakan harga sepeda motor tersebut sebesar Rp 6.612.500,00, sedangkan metode *fuzzy* Mamdani memperkirakan harga sepeda motor tersebut sebesar Rp 3.740.801,00.

4.4 Hasil Uji Coba

Pada tahap ini telah dibuat program aplikasi perhitungan sistematis kedua metode berbasis *VB.Net*. Aplikasi tersebut diberi masukan berupa kasus sepeda motor Honda Beat tahun 2010 usia 953 hari dengan Kondisi 82% dan jarak tempuh 15.351,2 km. Berikut screenshot dari perhitungan tersebut.

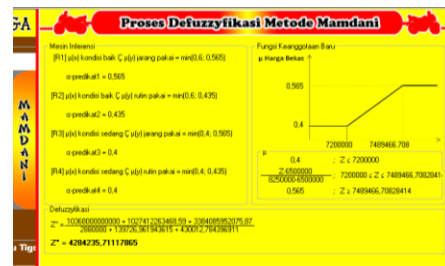
Gambar 4.38 Perhitungan Sistematis Dua Metode



Gambar 4.39 Susunan Fuzzyfikasi



Gambar 4.40 Mesin Inferensi dan Defuzzyfikasi Metode Tsukamoto



Gambar 4.41 Mesin Inferensi Defuzzyfikasi Metode Mamdani

4.5 Analisis Hasil Uji Coba

Dari beberapa uji coba contoh kasus masukan untuk dihitung dan dibandingkan. Hasil perkiraan harga bekas yang dihasilkan dari kedua metode *fuzzy* tersebut menyatakan bahwa ada beberapa harga yang dihasilkan dari metode Tsukamoto yang lebih mahal daripada menggunakan metode Mamdani.

Namun terdapat kasus khusus yang menampilkan hasil perkiraan harga dengan metode *fuzzy* Mamdani yang lebih mahal daripada hasil perkiraan harga dengan metode *fuzzy* Tsukamoto walaupun selisihnya tidak terlalu jauh dan kemungkinannya kecil. Disimpulkan bahwa hasil dari metode *fuzzy* Mamdani lebih mahal daripada hasil dari

metode *fuzzy* Tsukamoto, yaitu jika kondisi sepeda motor yang dimasukkan sebesar 90% atau lebih dengan nilai $\mu(y)$ jarang pakai dan rutin pakai yang dihasilkan dari himpunan *fuzzy* pada saat proses *fuzzyfikasi* berkisar antara $\pm 0,223347$ sampai dengan $\pm 0,776653$, atau jarak tempuh sepeda motor tersebut mencapai batas jarak tempuh jarang pakai dengan $\mu(x)$ kondisi sedang dan kondisi baik yang dihasilkan dari himpunan *fuzzy* pada saat proses *fuzzyfikasi* berkisar antara $\pm 0,223347$ sampai dengan $\pm 0,776653$

5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan analisis perbandingan metode *fuzzy* Tsukamoto dan metode *fuzzy* Mamdani, didapat jawaban atas beberapa permasalahan mengenai penelitian ini. Didapatlah beberapa kesimpulan antara lain:

1. Susunan perhitungan sistematis dalam memperkirakan harga sepeda motor bekas menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto dan metode *fuzzy* Mamdani dapat dilakukan dengan mengetahui variabel numeris untuk kondisi yaitu sedang dan baik, jarak tempuh yaitu jarang pakai dan rutin pakai dan harga bekas yaitu murah dan mahal, lalu diimplementasikan dalam membangun himpunan *fuzzy* untuk proses *fuzzyfikasi* serta aturan/*rule* yang digunakan.
2. Disimpulkan bahwa rata-rata hasil perkiraan harga sepeda motor bekas dengan menggunakan metode *fuzzy* Tsukamoto lebih mahal dibandingkan dengan menggunakan metode *fuzzy* Mamdani.

5.2 Saran

Diharapkan nantinya penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan selanjutnya. Maka dari itu, saran yang bisa disampaikan yaitu:

1. Penelitian ini sangat cocok untuk dipelajari bagi pengembang aplikasi yang ingin membuat aplikasi perkiraan harga sepeda

motor bekas menggunakan logika *fuzzy* baik berbasis *desktop*, *web*, maupun *mobile*.

2. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat membandingkan metode *fuzzy* Sugeno, sehingga dapat diketahui perbandingan dan perbedaan dari ketiga metode *fuzzy* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arikunto, S 2010, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*, Rineka Cipta, Jakarta.
- [2] Basirun 2011, *Penelitian Komparasi*, Stikes Muhammadiyah, Gombang.
- [3] Hasan, M. Iqbal 2009, *Pokok-pokok Materi Statistik I*, Bumi Aksara, Jakarta.
- [4] Komputer, Wahana 2010, *Panduan Aplikatif & Solusi Membuat Aplikasi Client Server dengan Visual Basic 2008*, Andi, Yogyakarta.
- [5] Kusumadewi, S 2003, *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Kusumadewi, S & Purnomo, H 2004, *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [7] Madcoms 2010, *Microsoft Access 2010 untuk Pemula*, Andi, Yogyakarta.
- [8] Pratama, B 2004, *7 Jam Belajar Access 2003 untuk orang awam*, Maxikom, Palembang.
- [9] Suparman & Marlan 2007, *Komputer Masa Depan Pengenalan Artificial Intelligence*, Andi Offset, Yogyakarta.
- [10] Suryabrata, S 2008, *Metodologi Penelitian*, Rajawali Pers, Jakarta.
- [11] Sutojo, T, Mulyanto, E & Suhartono, V 2011, *Kecerdasan Buatan*, Andi Offset, Yogyakarta.